

DIE RÖNTGENOLOGISCHE DARSTELLUNG
VON GLASSPLITTERN DER WINDSCHUTZSCHEIBE
IM GESICHTSSCHÄDEL
NACH UNFÄLLEN

Dieter Grötsch

1977

Dissertations- und Fotodruck Anneliese SCHUBERT
8 München 5 • Corneliusstraße 21 • Tel.: 268177

Aus der Klinik und Poliklinik für Kieferchirurgie
der Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. D. Schlegel

Die röntgenologische Darstellung von Glassplittern der
Windschutzscheibe im Gesichtsschädel nach Unfällen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Dieter Grötsch

aus Weiden

München 1977



Mit Genehmigung des Fachbereiches Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. H. Grasser
Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dr. D. Schlegel
Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 22.12.1977

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	5
II. Statistik der Verletzungen	8
III. Problemstellung	11
IV. Die Windschutzscheibe	13
1. Geschichtlicher Überblick	13
2. Behördliche Vorschriften	14
3. Arten der Sicherheitsgläser	15
V. Ablauf der Verletzungen	21
VI. Aufprallversuche	23
VII. Problematik der röntgenologischen Darstellung von Glassplittern in der Literatur	27
VIII. Röntgenaufnahmetechniken	33
IX. Fallberichte	37
X. Untersuchungsergebnisse	48
XI. Physikalische Gesichtspunkte bezogen auf die Untersuchungsergebnisse	50
XII. Eigene Untersuchungen	52
1. Darstellung von Glas im Röntgenbild	52
2. Untersuchung in gewebsäquivalenten Medien	55
3. Darstellung von Glas am Schädel in vivo	57
4. Darstellung von Glassplittern mit Hilfe des Subtraktionsverfahrens am Phantomkopf	60

XIII. Eine weitere Darstellungsmethode von Glas-	
splittern mit Hilfe von Ultraschall	66
XIV. Ergebnisse der eigenen Untersuchungen	68
XV. Zusammenfassung	70
XVI. Literaturverzeichnis	74

Einleitung

Bedingt durch die Erhöhung des Lebensstandards und den starken Anstieg des Wirtschaftspotentials nimmt nicht nur die Schnelligkeit der Verkehrsmittel zu, sondern auch ihre Anzahl. Dies führte in den letzten Jahren zu einer starken Zunahme und Ausweitung des motorisierten Strassenverkehrs was natürlich einen Anstieg der Verkehrsunfälle nach sich zog. Aber auch die Schwere und Vielfältigkeit der Unfälle nahm infolge der höheren Motorleistungen und der damit verbundenen höheren Geschwindigkeiten zu.

Ein erschreckendes Bild zeichnet sich ab, wenn man bedenkt, dass in der Bundesrepublik im Jahre 1970 insgesamt 1 391 610 Strassenverkehrsunfälle verzeichnet wurden. Bei 377 610 Verkehrsunfällen verunglückten 550 988 Personen, wobei 19 193 Personen getötet wurden.

Berechnet man die Zahlen der täglichen verletzten und getöteten Personen, so ergeben sich pro Tag 53 Tote und 1477 Verletzte. Würde in einem Staat mit 60 Millionen Einwohnern, wie es die BRD ist, eine Krankheit ausbrechen, die pro Tag 1 477 Neukranke und 53 Tote fordert, würde die ganze Welt

alarmiert aufhorchen. Diese grosse Anzahl von Verletzten und Toten ist leider schon zu alltäglich geworden, alsdass ihr vom Grossteil der Bevölkerung noch Beachtung geschenkt würde.

Neben den Verlusten an Menschenleben sind auch die wirtschaftlichen Schäden sehr beträchtlich und wachsen immer weiter an.

So stieg allein in Bayern die Zahl der Strassenverkehrsunfälle im Jahre 1955 mit 90 000 auf 210 169 im Jahre 1969, wobei 3 075 Personen getötet, 28306 schwerverletzt und 53 206 leicht verletzt wurden. Die Steigerungsrate drückt sich besonders drastisch im letzten Jahrzehnt aus: 1959 mit 140 000 Unfällen gegenüber 1969 mit 210 000 Unfällen, also eine Steigerung um 50%.

Trotz allem nimmt die Verkehrsdichte immer weiter zu und Fachleute prophezeien in wenigen Jahren ein Chaos, vor allem in den Städten. Während im Jahre 1957 auf je 20 Erwachsene ein PKW kam trifft im Jahre 1967 auf je 5 Erwachsene ein PKW, also eine Vervierfachung des PKW-Bestandes innerhalb von 10 Jahren. Die statistische Fortschreibung erwartete von einem damaligen Kraftfahrzeugbestand von 14 Milli-

onen ein Anwachsen auf 17 bis 19 Millionen im Jahre 1975. Tatsächlich ermittelte das Statistische Bundesamt einen Kraftfahrzeugbestand von über 21 Millionen, sodass im Jahre 1975 auf je 3 Erwachsene ein PKW trifft.

Präventivmassnahmen müssen auch gegen Verkehrsunfälle ergriffen werden, um so wie bei den Infektionskrankheiten die Gefährlichkeit stark zu vermindern. Durch das gute Zusammenspiel von Medizинern, Polizei, Behörden, Technikern und anderen mehr wurde schon ein erster Anfang gemacht. Im Mittelpunkt dieser Untersuchungen steht der Mensch. Bei einem Verkehrsunfall ist beim Menschen die Peripherie seines Körpers und damit auch sein Schädel am meisten gefährdet. Die Prognosen eines Schädeltraumas sind auch heute noch nicht gut, sodass dem Kopf, von dem ja jede Funktion des menschlichen Körpers ausgeht, bei einem Verkehrsunfall hinsichtlich der Lebensgefahr nach wie vor grösste Bedeutung beizumessen ist. Insgesamt sterben jährlich 16 000 Menschen durch Kopfverletzungen bei Verkehrs-, Arbeits-, Haus- und Sportunfällen (TÖNNIS und FROWEIN), wobei natürlich die Verkehrsunfälle schon den grössten Teil einnehmen. Dabei ist in der letzten Zeit infolge der steigenden Motorisierung nicht nur die Zunahme der Zahl, sondern auch der Schwere der Schädeltraumen zu verzeichnen: BECKER spricht von einem drei- bis vierfachen Anstieg der Schädelverletzungen.

II. Statistik der Verletzungen

In den wenigsten Fällen von Verletzungen wird das Schädel - Hirntrauma isoliert dastehen, es werden meistens Mehrfachverletzungen vorhanden sein.

So sind nach

ASTON und PERKENS	bei 68 % (zit. GÖTZ)
GÖGLER	bei 81 %
BRAUNSTEIN	bei 72 %
BÜTTNER	bei 68 %
KULOWSKI	bei 80 %
WALTER und LOEW	bei 82 %

der Verkehrsunfallverletzten Kopftraumen vorhanden.

Nach WALTER und LOEW sind als Ursache schon für eine einfache, unkomplizierte Commotio cerebri folgende Konstruktionselemente eines Fahrzeuges anzunehmen:

Windschutzscheibe	in 27 %
Fenster und Türrahmen	in 18,5 %
Lenkrad	in 18 %
Wagendach	in 16 %
Armaturenbrett	in 7 %
Seitenwände	in 6 % (zit. GÖTZ) der Fälle.

Diese Zusammenstellung zeigt, dass Windschutzscheiben in mehr als einem Viertel der Fahrzeugunfälle die Ursache für eine Commotio cerebri ist. Es ergibt sich weiter auch aus der Unfallmechanik, dass die Windschutzscheibe eine wichtige Ursache der Kopfverletzungen darstellt.

Eine weitere Statistik (MOORE u. a.) über die Untersuchung von 2 000 Automobil-Verkehrsunfällen in den USA aus dem Jahre 1958 ergab hinsichtlich der KFZ-Teile, durch die Verletzungen der Insassen hervorgerufen wurden, folgende Rangordnung:

Verletzungen	insgesamt	davon schwere	schwerste bis tödliche
1. Steuerrad, -säule	29,4	8,4	2,5
2. Hinausschleudern	14,6	6,9	3,2
3. Armaturenbrett	20,6	4,2	0,9
4. Windschutzscheibe	16,9	4,6	0,6
5. Oberteile der Rückenlehnen	15,1	2,5	-
6. Türsegmente	11,0	2,4	0,5
7. Unterteile der Rückenlehnen	15,1	2,5	-
8. vordere seitl. Verstrebungen	2,0	1,2	0,9
9. herumfliegende Glassplitter	3,0	0,5	0,2
10. rückseitige Segmente	1,2	0,6	0,2
11. Rückspiegel	2,2	0,6	0,02

Aufgrund der beiden Statistiken zeigt sich, dass die Windschutzscheibe einen erheblichen Teil der Verkehrsunfallverletzungen verursacht.

III. Problemstellung

In der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität München wurden im Jahre 1970 vier Patienten überwiesen, die einen Autounfall als Fahrer oder Beifahrer erlitten hatten. Das Unfallereignis lag bereits mehrere Wochen zurück. Die Patienten klagten jeweils über Schmerzen und Spannungsgefühl an den verschiedensten Stellen des Gesichtes, an denen palpierbare Knoten festzustellen waren, die druckschmerzhaft waren.

Nach genauer Anamnese ergab sich, dass bei dem Autounfall auch die Windschutzscheibe zersplittert worden war. Nach den Berichten der erstbehandelnden Krankenhäuser hatten diese Patienten multiple Schnittverletzungen im Gesicht, die chirurgisch versorgt worden waren. In den Krankenhäusern waren auch Schädelaufnahmen angefertigt worden zum Ausschluss irgendwelcher Schädel- bzw. Kieferfrakturen.

Es lag nun der Verdacht nahe, dass noch Splitter von der zerborstenen Windschutzscheibe im Weichgewebe inkorporiert sein könnten.

Auf den hier in der Klinik angefertigten Röntgenaufnahmen gab es immer Schwierigkeiten in der Erkennung der Glas-

splitter, sodass diese Problematik in der vorliegenden Arbeit untersucht werden soll.

IV. Die Windschutzscheibe

1. Geschichtlicher Überblick

Die ersten Automobile hatten keine Windschutzscheibe und folgedessen gab es keine Verletzungen durch Windschutzscheiben. Als nun das Auto weiterentwickelt wurde und dadurch ein Schutz der Insassen vor Regen und Schnee verlangt wurde, wurde eine Windschutzscheibe aus Glas hinzugefügt. Sie wurde aus gewöhnlichem Tafelglas hergestellt und zerbrach schon bei einer geringen Unfallgeschwindigkeit, wobei schwere Verletzungen durch die langen scharfen Glascherben hervorgerufen wurden.

Ein Versuch, um die Verletzungen zu mindern, wurde schon in den zwanziger Jahren gemacht, indem zwei Scheiben mit einer dünnen Schicht Cellulosenitrat verbunden wurden. Während es doch eine Verbesserung über das gewöhnliche Glas hinaus als Windschutzscheibe war, war sie doch ungenügend, weil die Zwischenschicht farbliche Veränderungen annahm und mit der Zeit durch das Sonnenlicht spröde wurde.

Um das Jahr 1930 wurde eine Polyvinylbutylzwischenschicht entwickelt, welche sich stabiler unter Lichteinwirkung und Umweltbedingungen zeigte. Sie war nun eine hoffnungsvolle

Verbesserung über das Tafelglas hinaus, sodass sie schon damals in vielen Staaten der USA gesetzlich im Automobilbau vorgeschrieben wurde.

In Europa folgte die Entwicklung der Windschutzscheibe in zwei anderen Richtungen. Die Entwicklung der mehrschichtigen Windschutzscheibe lief parallel mit der in den USA. Andererseits wurden einschichtige Gläser entwickelt, welche für sich in Anspruch nahmen, die grössten Ursachen für Verletzungen auszuschalten, wie sie beiden mehrschichtigen Scheiben beobachtet wurden.

2. Behördliche Vorschriften

Die Gefahr, dass bei Zusammenstössen Personen durch Scheiben der Autoverglasung verletzt werden, will der Gesetzgeber begegnen, indem er in § 40 der Strassenverkehrsordnung vorschreibt, dass "sämtliche Scheiben aus Sicherheitsglas bestehen" müssen. "Sicherheitsglas" definiert er als "Glas oder glasähnlichen Stoff, dessen Bruchstücke keine ernstlichen Verletzungen verursachen können".

Alle Sicherheitsgläser müssen durch das Kraftfahrt-Bundesamt zugelassen sein und den Prüfrichtlinien entsprechen.

Das Sicherheitsglas für Windschutzscheiben muss auch bei Bruch genügend Sicht lassen und der schneidende Charakter von gebrochenem Glas und die dadurch bedingten Folgen müssen auf ein Minimum herabgesetzt werden.

3. Arten der Sicherheitsgläser

Als Ausgangsmaterial für Sicherheitsglas verwendet man normales Fensterglas, auch Maschinenglas genannt, oder mechanisch geschliffenes poliertes Kristallspiegelglas.

Maschinenglas hat folgende chemische Zusammensetzung (persönliche Mitteilung Dr. CAIMANN, Firma DETAG, Werk Weiden).

SiO_2	74,40	72,50	73,05
Al_2O_3	1,00	1,09	0,82
Fe_2O_3	0,12	0,07	0,10
T	0,08	0,06	0,06
CaO	6,46	8,15	8,57
MgO	4,31	4,00	3,75
Na_2O	15,30	13,36	12,90
SO_3	0,25	0,16	0,32
K_2O	0,09	0,66	0,42
	DETAG	DETAG	DELOG

Maschinenglas, auch Tafelglas genannt, wird durch Herausziehen eines Glasbandes aus dem Schmelzfluss der Schmelzwanne hergestellt. Während des Ziehvorganges wird dieses Glas abgekühlt und besitzt eine blanke, dichte Oberfläche. Technisch bedingte Entmischungserscheinungen und Temperaturschwankungen werden im Glasbad festgehalten und "eingefroren". Dadurch ergeben sich Dickenunterschiede, die gleichsam als kleine Linsen wirkend in unregelmässiger Folge und nicht vorherbestimmbarer Form im Glas liegen. Sie wirken bei der Durchsicht leicht verzerrend, was je nach Verwendungszweck störend wirken kann.

Tafelglas mit möglichst geringen Unebenheiten, etwa für Windschutzscheiben, kann man durch nachträgliche Auslese erhalten. Ganz zu vermeiden sind Unebenheiten bei diesem Herstellungsverfahren nicht, denn die blanke Glasoberfläche, die man auch als feuerpoliert bezeichnet, wird nach der Abkühlung nicht weiter bearbeitet.

Das Spiegelglas leitet sich von Gussglas her, wobei die Glasmasse aus der Wanne über ein Rollensystem durch den Kühlkanal fliesst. Anschliessend wird das Band kontinuierlich geschliffen, wobei jede Unebenheit abgetragen wird. Der danach folgende Poliervorgang erzeugt eine klare durch-

sichtige Fläche. Dieses Glas wird infolge der Ebenheit beider Oberflächen als Spiegelglas bezeichnet, da es beim Durchblick praktisch keine Veränderung der Blickrichtung nach sich zieht. Die Beobachtung eines Gegenstandes wird durch das Spiegelglas nicht gestört. Ein sauber gereinigtes Spiegelglas ist für das Auge optisch leer zu nennen.

Diese beiden Glasarten, Tafelglas und Spiegelglas, werden zur Herstellung zweier verschiedener Arten von Sicherheitsglas benutzt:

1. Verbundsicherheitsglas (VSG)
2. Einscheibensicherheitsglas (ESG)

1. Verbundsicherheitsglas

Glas von Fensterscheiben zerbricht in Form von Segmenten und länglichen Bruchstücken in Einzelteile. Die Entwicklung von Verbundsicherheitsglas hatte zum Ziel, dieses Zerfallen zu verhindern. Dies ist durch Verbindung zweier Glasplatten mit einer Klebeschicht, die bestimmte Eigenschaften haben muss, möglich. Die Verbindung muss optisch einwandfrei sein, sodass die Klebeschicht zwischen den beiden Glasplatten als solche nicht erkennbar ist und auch bei Witterungseinflüssen (Sonne, Feuchtigkeit, Wärme, Kälte) ihre Eigenschaften nicht verliert.

Die Klebeschicht besteht aus einer Folie von Polyvinylbutyral mit einer Stärke von 0,38 mm, neuerdings 0,76 mm, mit einem Wassergehalt von 0,5 bis 1,0 %. Die äussere Scheibe ist im Normalfall 3,00 mm, die innere Scheibe 1,8 mm dick.

Beide Scheiben werden getrennt voneinander in einem besonderen Verfahren gebogen, anschliessend wird die Folie unter Druck und Temperatur um 140 Grad dazwischengepresst. Trockene Folie ($H_2O > 0,5 \%$) ergibt sprödes starres Verbundsicherheitsglas, das sich nicht verformt, optimal eingestellte Folie = elastisch (H_2O - Gehalt 0,9 - 1,0 %) ergibt verformbares plastisches Verbundsicherheitsglas.

2. Einscheibensicherheitsglas

Einscheibensicherheitsglas besteht meist aus Spiegelglas, das jedoch einem weiteren Veredelungsverfahren unterzogen wird. Hierzu wird das Glas nach dem Zuschnitt in besonders hergerichtete Öfen eingefahren und dort bis über die Erweichungstemperatur erwärmt. Nach einer fest vorgegebenen Heizzeit wird das Glas aus dem Ofen herausgezogen und nach dem mechanischen Biegeprozess mit Hilfe von ausströmender Luft schnell gekühlt. Diese schnelle Oberflächenkühlung bewirkt eine Erstarrung der Glasoberfläche bei heissem Glasinneren. Kühlt sich dann auch das Innere ab und kontrahiert

es sich, so entsteht an der Oberfläche des Glases eine bleibende (eingefrorene) Druckvorspannung, die einer Zugspannung im Scheibenkern das Gleichgewicht hält.

Beide Glastypen haben Vor- und Nachteile.

Beim Einscheibensicherheitsglas ist die Gefahr schwerer Verletzungen auf ein Minimum herabgesetzt, da es ziemlich stumpfe Kanten aufweist und beim Bruch in kleine Teilchen zerfällt. Sein grösster Nachteil liegt darin, dass es hin und wieder, wenn es von einem scharfen Gegenstand getroffen und zerschlagen wird, nicht völlig zerfällt, sondern dass die kleinen Bruchteile noch zusammenhalten, man aber kaum durch die Scheibe durchsehen kann. Obwohl die zersprungene Scheibe leicht herausgeschlagen und damit die Sicht wieder hergestellt werden kann, könnte der kurzzeitige Verlust der Sehmöglichkeit bei Windschutzscheiben doch kritisch sein.

Verbundsicherheitsglas bietet den Vorteil, dass es die Sicht nur wenig behindert, wenn es zerspringt. Es tritt eine sogenannte Bruchspinne auf an der Stelle des Aufpralles von Gegenständen. Von aussen geworfene Steine fliegen nicht in das Innere, es gibt keine fliegenden Glassplitter.

Wenn es im Innenraum zur Durchstossung mit dem Kopf nach einem sehr starken Aufprall kommt, bleiben nicht durchstossene Teile stehen und verursachen schwere Verletzungen, sogenannte Halskrausenverletzungen. Allerdings bleiben beim Einscheibensicherheitsglas auch Randpartien der Scheibe stehen, wobei ebenso erhebliche, ja sogar tödliche Schnittverletzungen auftreten können.

V. Ablauf der Verletzungen

Hierbei ist an dieser Stelle besonders hervorzuheben, dass im weiteren Teil dieser Arbeit bei Prozentzahlangaben oder Schilderungen von Unfallabläufen Fahrzeuginsassen nie Sicherheitsgurte trugen, sowie Labor-Versuche, die Windschutzscheibe betreffend, ebenfalls ohne Gurte untersucht wurden. Weiterhin ist hier zu erwähnen, dass ausschliesslich durch Windschutzscheiben verursachte Gesichtsverletzungen in den meisten Fällen nur durch Frontalaufprall, entweder gegen ein entgegenkommendes Fahrzeug oder auf feststehende Gegenstände (Bäume, Mauern, etc.), zustande kommen.

Darstellung des Aufpralls auf die Windschutzscheibe. Unfallmechanik bei Frontalzusammenstoss (nach GÖGLER).

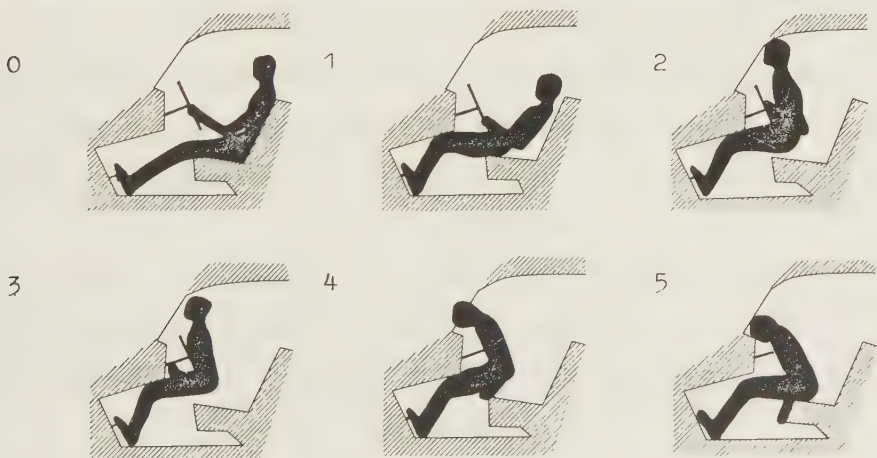


Abb. 1

Wenn das Fahrzeug in einen Frontalzusammenstoß verwickelt ist, so vermindert sich seine Geschwindigkeit in Sekundenbruchteilen auf 0, der Insasse bewegt sich jedoch noch in gleicher Geschwindigkeit weiter nach vorne, in einer waagrechten Linie, bis seine Knie auf das Armaturenbrett treffen (PATRICK, Abb. 1, Bild 1). Jetzt bewegt er sich wie ein Taschenmesser um die Taille (Bild 2), sodass er mit dem Kopf den oberen Rand der Windschutzscheibe trifft, der sich eher in einem Bogen (Bild 3, 4, 5) als geradlinig, bedingt durch die jetzt weitgehende Abbremsung des Körpers, nach vorn bewegt.

VI. Aufprallversuche

PATRICK hat durch Stossversuche mit Leichen das Verletzungspotential festgestellt, bei dem in den USA gesetzlich vorgeschriebenen Verbundsicherheitsglas aussen 3,18 mm, innen ebenfalls 3,18 mm, in Deutschland dagegen aussen 3 mm, innen 1,8 mm.

Nach RODLOFF und BREITENBÜRGER hängt das Verhalten gegen stossartige Belastung beim Verbundglas wesentlich vom Feuchtigkeitsgehalt der Folie ab. Während das amerikanische Verbundsicherheitsglas unter 0,5 % Feuchtigkeitsgehalt hatte, haben die deutschen Verbundsicherheitsgläser 0,9 bis 1,0 % Feuchtigkeit. Entscheidend für das Stossverhalten der Verbundsicherheitsgläser ist aber ebenso sehr die Foliendicke.

Im Standard-Verbundglas (USA) war die Folie 0,38 mm dick, im verbesserten High-Penetration-Resistance-Verbundglas ist sie 0,76 mm dick.

Die Versuche von RODLOFF mit dem 10 kp SAE Schädelmodell lassen eindeutig erkennen, warum die Amerikaner mit dem alten Verbundglas so schwere Glasschnittverletzungen hatten:

So kam es bereits bei 22 kmh Aufprallgeschwindigkeit zur teilweisen Durchstossung der Windschutzscheibe mit Skalpierungsverletzungen, bei 35 kmh zu schwersten Verletzungen mit Zertrümmerung des Jochbogens, Fraktur des Jochbeins und der Maxilla, schwere Verletzungen der Nase, der Ohren und der Augenhöhlen (Leichenversuch nach PATRICK).

Bei der jetzt eingeführten 0,76 mm starken High-Penetration-Resistance-Folie erfolgt der Durchstoss erst mit 39,6 kmh am Schädelmodell (RODLOFF), mit 46 kmh am Leichenversuch (PATRICK). Diese Werte konnte allerdings RODLOFF mit dem deutschen Verbundglas bereits bei der 0,38 mm starken Folie mit 0,9 bis 1,0 % Feuchtigkeitsgehalt erzielen.

Da eine naturgetreue Nachahmung eines Unfalles bei der Prüfung von Windschutzscheiben im Labor wegen der Vieltätigkeit der Unfälle ohnehin nicht möglich ist, ist ein Prüfverfahren vorzuziehen, das eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse gewährleistet, wie SLATTENSCHKE im Phantom-Fall-Versuch Kenngrössen zur Beschreibung der inneren Sicherheit von Windschutzscheiben ermittelt, in dem sich deutlich die geringere Gefahr für das menschliche Gehirn bei dem Verbund-sicherheitsglas zeigt.

Leider werden in Deutschland noch etwa 80 % der Windschutzscheiben aus Billigkeitsgründen in Einscheibensicherheitsglas ausgeführt - Verbundsicherheitsglas ist nur gegen Aufpreis zu bekommen -.

Die Erfahrungen in Deutschland haben gezeigt, dass beim Durchstossen von Einscheibensicherheitsglas an den stehengebliebenen Randpartien ganz erhebliche tödliche Schnittverletzungen auftreten können.

Abb. 2

Verletzte Körperteile
(Schema nach GÖGLER)



Wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, ist der Kopf mit 81 % Anteil der am meisten exponierte Körperteil bei Autounfällen.

HEULKE (1966) gibt die Verletzungsquote des Gesichtes durch gesplitterte Windschutzscheiben mit 70 % an. MÜLLER-JENSEN (1969) ermittelt, dass 94 % der Augenverletzungen bei Auto-

unfällen durch Glassplitter verursacht sind.

JUNGHANNS kommt in einem Beobachtungszeitraum von 1961 bis 1971 zu 84,6 %.

VII. Problematik der röntgenologischen Darstellung von Glassplittern im Gesichtsschädel in der Literatur

Die Suche nach einer Verletzung des maxillofacialen Schädelabschnittes und die Bestimmung der Art und des Ausmaßes derselben, sind ohne Röntgenuntersuchung unvollständig. Das Röntgenbild soll vor allem das klinisch nicht Erkennbare sichtbar machen, um eine Mitverletzung auszuschliessen oder aufzudecken, damit insbesondere bei Gefahr für das Auge die Therapie rechtzeitig einsetzt. Dabei hat HOLLMANN höchstwahrscheinlich an Glassplitterpenetrationen ins Auge gedacht.

Die relativ schwer frei projizierbare Lage des Gesichtsschädels, dessen teilweise sehr zarte Strukturen und die dem Trauma folgende, oft beträchtliche Weichteilschwellung des Gesichts erschweren die Röntgenuntersuchungen und sind die Gründe, warum uns das Röntgenbild gerade in zweifelhaften Fällen oft im Stich lässt (REICHENBACH).

Bis jetzt wurde leider noch keine exakte Beschreibung, sei es in einem Röntgenhandbuch oder Lehrbuch, über die röntgenologische Darstellung von Glassplittern im Gesicht gefunden.

Lediglich Darstellung von Glassplittern wurde hauptsächlich in allen möglichen anderen Körperregionen beschrieben.

Glas stellt bei Fremdkörpereinsprengung einen Anteil von 8 bis 10 % (GOLDHAHN) und steht an dritter Stelle hinter Metall und Holz. Danach sind Handverletzungen infolge der fortschreitenden Industrialisierung und durch die Tätigkeit im modernen Produktionsprozess mehr in den Vordergrund getreten, die auch eine weitgehende Erhaltung der Funktion der verletzten Hand wie z. B. Tastsinn, nicht nur der groben Kraft, verlangen. Auch GOLDHAHN gibt an, dass nur vereinzelt entsprechende Mitteilungen in der einschlägigen Röntgenliteratur vorliegen (SCHINZ u. a., BARKE u. a.). Bei seinen Untersuchungen zeigt sich, dass alle gebräuchlichen Glassorten röntgenologisch nachweisbar sind. Es empfiehlt sich die Verwendung von Filmen oder Verstärkerfolie und die Anwendung der Weichteilaufnahmetechnik.

JENNETT und WATSON erscheint die Darstellung der röntgenologischen Gängigkeit von Glas als Fremdkörper ein vernachlässigtes Gebiet zu sein.

LEWIS fand, dass Glas überall im Körper, d. h. im Weichgewebe, nachgewiesen werden kann, wenn es nicht von Knochen

überlagert ist. Ebenso stellt ZATZKIN fest, dass Glas im Weichgewebe ohne weiteres dargestellt werden kann. CAFFEY dagegen glaubt, dass nur schwermetallhaltiges Glas (Blei) röntgenologisch in Weichgewebe nachzuweisen ist.

Exakt befassen mussten sich bis jetzt die Ophthalmologen mit der Erkennung von in den Bulbus eingedrungenen Glassplittern, da das Auge doch ein sehr lebenswichtiges Organ ist und eine sofortige optimale Versorgung oberstes Gebot ist. Dabei sind nur Verletzungen des Auges durch gesplittertes Einscheibensicherheitsglas zur Beobachtung gekommen.

MÜLLER-JENSEN berichtet von mehr als einer Verdoppelung derartiger Augenverletzungen von 1966 bis 1969, ebenso spricht JUNGHANNSS von einem sprunghaften Ansteigen von Glaseinsprengungen. Charakteristisch hierbei für die Verletzung durch die Windschutzscheibe ist einmal eine Wunde, die von der äusseren Orbitabegrenzung des anderen Auges über die Oberlider und die Nasenwurzel hinweg zur äusseren Orbitabegrenzung des anderen Auges führt. Hierbei kann es zu einer Eröffnung der Orbita schläfenwärts mit Verletzung des Knochens, tiefen, zum Teil durchbohrenden Lidverletzungen, Eröffnung der Orbita von oben sowie als Komplikation zu Mitverletzungen der Stirnhöhle und der Siebbeinzellen

kommen. Gleichzeitig treten oberflächliche oder perforierende Bulbusverletzungen auf.

Die zweite typische Verletzung zeigt eine Wunde, die oberhalb der Augenbraue eines Auges beginnt und schräg zur äusseren Orbitabegrenzung des anderen Auges führt und mit gleichen Komplikationen, wie eben beschrieben, behaftet ist (JUNGHANNS).

Von 47 Patienten JUNGHANNS' mit perforierenden Augenverletzungen kamen 6 Patienten erst 2 bis 12 Tage nach dem Unfallgeschehen in ophthalmologische Behandlung, da ärztlicherseits die Augenverletzung nicht sofort erkannt wurde. Bei der Revision wurde bei 4 Patienten Eröffnung der Orbita schläfenwärts und oben mit Einlagerungen von Einscheibensicherheitsglas-Splittern bis Erbsengrösse gefunden.

MÜLLER-JENSEN spricht von etwa 5 mm^3 grossen Einscheibensicherheitsglas-Fragmenten, die oft bereits korneosklerale Rupturen entstehen lassen, bei denen die Splitter nicht immer ganz in den Bulbus eindringen, sondern häufig para- oder retrobulbär liegen bleiben oder auch nach der Rupturauslösung zurückfallen. Ein röntgenologischer Splitternachweis war bei MÜLLER-JENSEN in 38 % der perforierenden Ver-

letzungen möglich. So Splitter im Bulbus oder in der Orbita inkorporiert sind, macht der röntgenologische Nachweis keine grösseren Probleme, da bei geeigneter Projektion die Orbitalränder deutlich dargestellt werden und dorsal liegende Knochenstrukturen herausprojiziert werden.

GAYDAY (Mayor des medizinischen Dienstes UdSSR) berichtet von dem Fall eines Soldaten, der eine penetrierende Verletzung des Auges erlitt, an einem Feuer im Freien, in welchem eine Patrone explodierte. Auf Röntgenaufnahmen lässt sich ein wenig kontrastreicher Fremdkörper 6 x 4 x 1 mm feststellen, der sich in der Höhe des hinteren Augapfels befindet. Röntgenaufnahmen und negative Magnetproben gaben zu der Vermutung Anlass, dass es sich um einen Messingsplitter handelt.

Der fruchtlose Versuch einer diaskleralen Entfernung des nichtmagnetischen Fremdkörpers endete mit einer Enukleation. Beim Eröffnen des Auges wurde ein Glassplitter von 7 x 4 x 1 mm im Gewicht von 40 mg entdeckt.

Der beschriebene Fall ist aus dem Grund von Interesse, weil ein Glassplitter auf der Basis der Anamnese, der Röntgenaufnahmen sowie des schweren postoperativen Verlaufes für

Messing gehalten wurde. Diese zusätzlichen Nachforschungen zeigen, dass einige in der Militärtechnik verwendeten Glastypeen (Indikatorröhrchen von PCHR-Gerät, Ampulle mit Gegenrauchgemisch, Individualdosimeter) relativ röntgenkontrastgebend sind und dass solche Splitter im Auge irrtümlicher weise für Metall gehalten werden.

VIII. Röntgenaufnahmetechniken

PSENNER empfiehlt die sagittale Aufnahme (Abb. 3a), bei der der Zielstrahl in der Median-Sagittalebene verlaufend mit der Deutschen Horizontalen einen nach hinten-oben offenen Winkel von etwa 25 Grad bildet (sagittale etwas kranialere Aufnahme der Orbitae). Dabei wird erreicht, dass die Pyramiden nach unten projiziert werden, wodurch die beiden Augenhöhlen und auch noch ein kleinerer oder grösserer Teil der Kieferhöhlen ohne störende Überlagerung zur Ansicht gelangen.

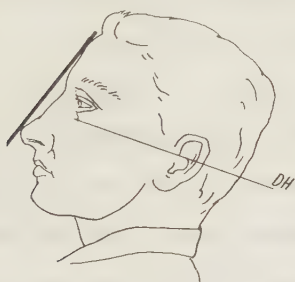


Abb. 3a

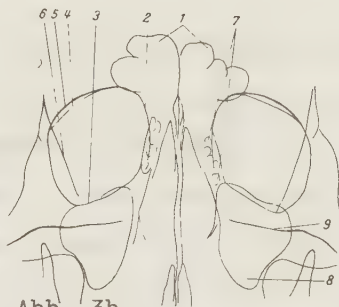


Abb. 3b

Abb. 3b. Skizze einer sagittalen, etwas kranial-exzentrischen Aufnahme der Nebenhöhlen. 1 Obere Kontur beider Stirnhöhlen; 2 Bereich des oberen inneren Augenwinkels, dem Boden der Stirnhöhle entsprechend; 3 untere Orbitakontur bzw. Dach der Kieferhöhle; 4 oberer Orbitarand; 5 obere Orbitakontur; 6 Linea innominata; 7 Siebbeiblabyrinth; 8 Kieferhöhle; 9 obere Pyramidenkontur (aus PSENNER).

Dadurch sind Einlagerungen von Fremdkörpern, sei es intra- oder extrabulbär, ohne Schwierigkeiten zu erkennen. Zu einer genaueren Lagefeststellung der Fremdkörper ist natürlich noch eine Aufnahme senkrecht zur Ebene der vorangegangenen Aufnahme nötig.

Die besondere Schwierigkeit besteht nun darin, bei Verdacht von inkorporierten Glassplittern im Gesicht eine genaue Röntgendarstellung derselben zu erreichen. Dazu eignen sich zunächst die Übersichtsaufnahmen des Schädels in

1. posterior-anteriorer Richtung (caudal exzentrisch).

In diesem Strahlengang sind Fremdkörpereinlagerungen im Weichgewebe um den Rand des horizontalen Anteils der Mandibula und im Bereich des Ramus Ascendens, der die Parotis und einen grossen Teil der Wange umfasst, sogar noch am medianen Teil des Ramus Ascendens im Bereich der Musculi pterygoidei mit Sicherheit zu erkennen, denn hier erfolgen keine Überlagerungen aus der Schädelbasis oder der Halswirbelsäule her.

2. occipito-mentaler Richtung (cranial exzentrisch) bei maximaler Mundöffnung.

Bei dieser Projektion wird die Schädelbasis nach caudal wegprojiziert, sodass Orbitae, Nasenhöhle, Sinus maxillaris und die Fossae pterygopaltinae, sowie die Umrisse des Gehirnschädels deutlich zur Darstellung kommen, d. h. dass im bedeckenden Weichgewebe dieser Region ebenfalls mit Sicherheit Fremdkörpereinlagerungen erkannt werden können. Auszunehmen ist hier der Bereich der Maxilla im distalen Anteil ab Eckzahn durch die Überlagerung der Zähne und ihrer sowie vorhandener metallischer Füllungsmaterialien.

3. Tangentialaufnahmen

Derartige Aufnahmen können von jeder Weichgewebspartie des Schädels angefertigt werden, indem der Zentralstrahl tangential am Knochen oder Schädel vorbeigeführt wird und die Filmkassette waagrecht dazu steht.

4. mit dem Orthopantomogram

Da das Orthopantomogram ein Schichtaufnahmeverfahren ist, das die Region entlang beider Kiefer und deren Umgebung nach cranial und caudal exakt darstellt, können in dieser Ebene, falls vorhanden, in dieser praktisch oval verlaufenden Schichtaufnahme, sich Fremdkörper abzeichnen.

5. mit dem Zahnfilm

Schon mit dem Zahnfilm 3 x 4 lassen sich im Bereich des Weichgewebes der Wangen und der Lippen genauere Lagebeziehungen von Fremdkörpern feststellen, besonders wenn eine "weiche" Aufnahme angefertigt wird.

6. Schichtaufnahmen

Genaueste Lagebeziehungen liefern natürlich Schichtaufnahmen in senkrecht aufeinander stehenden Ebenen, sodass schon fast ein räumliches Bild entsteht, das genau reproduzierbare Messungen zur Lagebestimmung von Fremdkörpern im Schädelbereich zulässt.

IX. Fallberichte

Fall 1

Autounfall am 2.10. Multiple Schnittwunden im Gesicht. Versorgung im Kreiskrankenhaus. Patient verspürt nach 8 Tagen eine Schwellung in der rechten vorderen Wangenloge, mit leichten ziehenden Schmerzen. Er wird am 21.10. mit der Verdachtsdiagnose Fremdkörpereinsprengung (wahrscheinlich Glas) in die Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten eingeliefert.

Befund:

Nervenaustrittspunkte: V/2 links druckempfindlich, linker Mundwinkel eingeschränkte Bewegung. Schwellung im Bereich des linken unteren Orbitalandes bis zum linken Mundwinkel. Konsistenz ist hart, verschieblich gegen die Unterlage. Multiple frische Narben im Gesicht durch Schnittverletzungen. Intraoral: Narbe von 3 cm Länge im Bereich des Zahnes 23 wie nach Wurzelspitzenresektion.

Röntgenbefund:

posterior-anteriore Aufnahme: kein Befund (Abb. 4).

Profilaufnahme hart und weich: kein Befund (Abb. 5, 6).

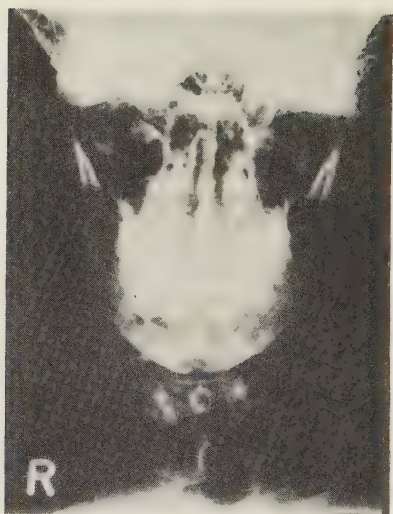


Abb. 4



Abb. 5



Abb. 6

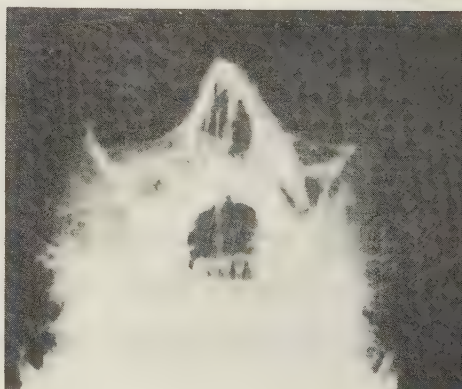


Abb. 7

occipitomentale Aufnahme (Abb. 7): Im Bereich der linken Kieferhöhle medial dreieckförmige Radioopazität 35 x 20 mm, Kieferhöhle sonst frei. Rechte Kieferhöhle radioopak.

Operation:

In Lokalanästhesie wird vom linken Vestibulum her in die vordere Wangenloge eingegangen, narbiges Bindegewebe abpräpariert. Nach 1 cm stellt sich der entsprechend grosse Glassplitter dar. Er wird bis nahe des Infraorbitalrandes freipräpariert. Grösse 3 x 2 x 1 cm mit unzähligen Sprüngen durchsetzt. Der Versuch diesen in toto zu entfernen gelingt nicht. Er zerkrümelt in seine Bruchteile. Nach vorsichtiger Entfernung der Fragmente und Revision primärer Nahtverschluss. Komplikationslose Heilung.

Fall 2

Verkehrsunfall am 16.2. Commotio cerebri mit retrograder Amnesie. Die Versorgung multipler Schnittwunden besonders in der rechten Gesichtshälfte erfolgt im Krankenhaus. Monokelhämatom rechts. Nach 8 Tagen erfolgt Verlegung in ZMK-Klinik zur Entfernung der zahlreich eingesprengten Glasfremdkörper.

Befund:

Nervenaustrittspunkte: V/1,2 sehr druckempfindlich.

Schwellung im Bereich der rechten Orbita mit Hämatom, im Bereich der rechten Wange und der Nase. Konsistenz weich. Multiple frische Narben im Bereich der rechten Gesichtshälfte, bedingt durch Schnittverletzungen.

Röntgenbefund:

occipitomentale Aufnahme (Abb. 8): Jochbeinimpressionsfraktur rechts. Multiple Fremdkörper im Bereich des rechten Nasenganges, der lateralen Nasenwand, die disloziert und frakturiert erscheint.

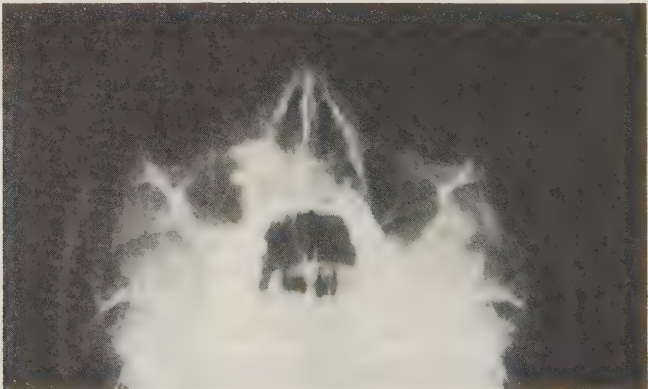


Abb. 8

Profilaufnahme (Abb. 9): Fremdkörper im Bereich der spina nasalis anterior und oberhalb der Apices der oberen Incisivi.



Abb. 9

Orthopantomogram: (Abb. 10)

Fremdkörper 4 x 2 cm oberhalb der Apices von 13 bis 15,
median davon mehrere kleine Einsprengungen.



Abb. 10

Intraorale Aufbissaufnahme (Abb. 11):

im Bereich der rechten apertura piriformis 3 deutlich abgegrenzte rechteckige Fremdkörper.



Abb. 11

Operation:

in Intubationsnarkose wurde zuerst der Nasenboden rechts untersucht und mehrere festgeklemmte Glassplitter aus Einscheibensicherheitsglas entfernt. Dann wurde der Eingriff in typischer Weise nach CALDWELL-LUC fortgesetzt. Es zeigte sich, dass die faciale Kieferhöhlenwand nach medial, sowie die laterale Nasenwand durch das Eindringen sehr vieler Glassplitter multipel frakturiert sind. Nach Entfernen der

Glasfragmente und sorgfältigster Revision des betroffenen Gebietes, wird nach Anlegen eines Fensters zum unteren Nasengang hin der Eingriff abgeschlossen. Die Behandlung der Jochbeinimpressionsfraktur bleibt hier unerwähnt. Heilung ohne weitere Komplikationen.

Fall 3

Autounfall am 1.3. Multiple Schnittwunden in der linken Gesichtshälfte, die im Krankenhaus versorgt wurden. Seit ungefähr 14 Tagen verspürt der Patient "Fisteln" im Bereich der Umschlagfalte des linken Oberkiefers. Er sucht seinen Zahnarzt auf, der die "Aphthen" behandelt. Da keine Besserung eintritt wird der Patient am 23.4. in die ZMK-Klinik überwiesen.

Aufgrund der Anamnese wird vermutet, dass an den besagten Stellen Glassplittereinsprengungen vorhanden sein könnten.

Palpationsbefund:

bei 22, 23, 24 in der Umschlagfalte sind 4 stecknadelkopfgrosse Erhebungen zu tasten. In Höhe von 26 in der Umschlagfalte eine etwa erbsengrosse Erhöhung. Die Erhöhungen sind in ihrem zum Vestibulum liegenden Pol etwas gerötet.

Röntgenbefund:

posterior-anteriore Aufnahme (Abb. 12):

es lassen sich keinerlei pathologische oder Fremdkörper-
erscheinungen feststellen.



Abb. 12

Occipito-mentale Aufnahme (Abb. 13):

3 x 2 x 3 mm grosse Fremdkörper bei 22, 23, ein gleich

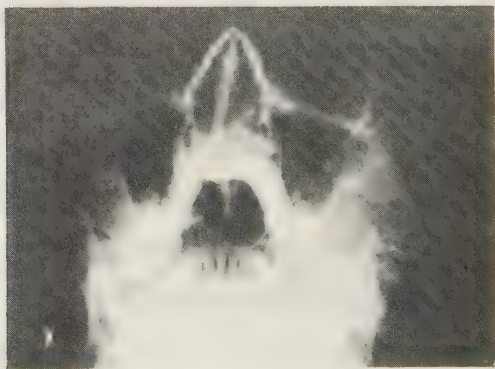


Abb. 13

grosser in Höhe des processus zygomaticus ossis maxillaris.

Kontrollaufnahme (Abb. 14):

die Fremdkörper im anterioren und posterioren Bereich sind entfernt. Fremdkörper im linken Orbitalbereich noch vorhanden.

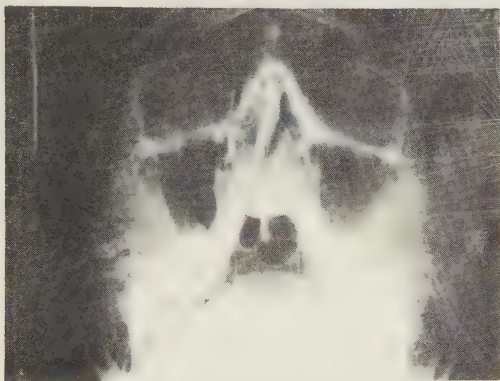


Abb. 14

Operation:

In Lokalanästhesie werden durch einfache Schnittführung in Höhe der geröteten Auftreibungen bei 22, 23, 24 vier Glas-splitter freigelegt, die in sich in kleinste Bruchstücke zerbrochen sind und bei ihrer Entfernung völlig zerfallen. Ebenso das Glasfragment bei 26. Die Heilung erfolgt komplikationslos.

Fall 4

Autounfall am 15.1. Sehr viele kleine Schnittwunden im Gesicht, aus denen nach Angaben des Patienten Glassplitter entfernt und dann im Krankenhaus chirurgisch versorgt wurden. Seitdem klagt der Patient, seine Oberlippe fühle sich zu dick und zu hart an. Ausserdem habe er ein dauerndes Spannungsgefühl und gelegentliches Stechen bei der Bewegung der Oberlippe. Nach mehrmaligen Konsultationen im Krankenhaus, wobei nach Bestrahlungen keine Besserung eintrat, wurde er in die ZMK-Klinik überwiesen.

Befund:

ausser vielen 0,5 bis 1 cm langen Narben im Gesicht befinden sich zwei 6 mm lange, schräg verlaufende Narben über der linken Oberlippe. Sie erscheint an dieser Stelle aufgetrieben und verhärtet.

Es werden Röntgenaufnahmen in posterior-anteriorer Richtung angefertigt, die keinerlei pathologischen Befund zeigen (Abb. 15).

Hierauf wird die linke Oberlippe mit einem Zahnfilm 3 x 4 cm geröntgt. Es zeigen sich zwei 3 x 4 mm grosse Fremdkörper (Abb. 16).



Abb. 15

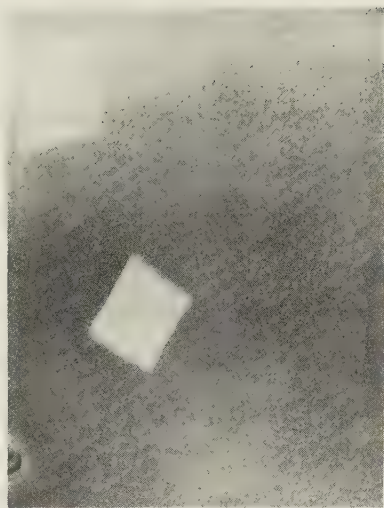


Abb. 16

Operation:

in Lokalanästhesie wird die Lippe von enoral eröffnet, um eine neuerliche Schnittführung von extraoral zu vermeiden, zwei Glassplitter in der angegebenen Grösse entfernt, die in sich wiederum sehr viele Sprünge aufweisen. Sie zerfallen jedoch nicht bei ihrer Entfernung. Die Heilung verlief komplikationslos.

X. Untersuchungsergebnisse

Die Qualität der röntgenologischen Darstellbarkeit von in das Weichgewebe des Gesichts eingedrungenen Glassplittern hängt ausschliesslich von deren Grösse ab. Je kleiner diese werden, desto mehr werden sie von den überprojizierten Konturen des Knochens verschluckt. Hier liegt es am Geschick desjenigen, der die Röntgenaufnahmen veranlasst bzw. der sie anfertigt, welche Projektionsrichtungen und Aufnahmetechniken vonnöten sind.

Primär ist die Auffindung von Glassplittern bei Frischverletzten ein Problem des erstversorgenden Chirurgen. Schnittwunden aufgrund von Autounfällen sollten einer peinlich genauen Revision unterzogen werden. Dabei ist es nicht schwierig grosse Splitter aus grossen Wunden zu entfernen, während kleine Splitter, die in die Haut eindringen, kleine oberflächliche Verletzungen verursachen, aber trotz kräftiger Reinigung verborgen bleiben.

SPIRA berichtet, dass bei 55 Fällen, die Schnittverletzungen und Glasinkorporationen hatten, es nur in 2 Fällen nötig war, kleinste Glassplitter in einer späteren Operation zu entfernen.

Interessant ist hier festzustellen, dass im Falle 3, die Glassplitter, die warscheinlich sehr tief eingedrungen waren, und nachdem die äussere Wunde gut abgeheilt ist, sich den Weg des geringsten Widerstandes suchten und sich in Richtung Umschlagfalte abzustossen begannen. Liegeengebliebene Glassplitter scheinen, wenn sie im Weichgewebe liegen, aber nicht im Knochen oder mit Knochenfragmenten verkeilt sind, immer die Tendenz zu haben, wie diese Fälle zeigen, sich in Richtung Haut- oder Schleimhautoberfläche zu bewegen, wobei sie von derbem Bindegewebe als Fremdkörperreaktion des Organismus eingescheldet sind.

XI. Physikalische Gesichtspunkte bezogen auf die Untersuchungsergebnisse

Die physikalische Grundlage der Röntgenologie beruht auf der ungleichen Absorption von Röntgenstrahlen beim Durchdringen von Objekten verschiedener Dichte und deren wirksamen Atomzahlen. Die höhere Dichte und die wirksame Atomzahl von Glas, verglichen mit dieser von dem umgebenden Weichgewebe, bewirkt, dass es auf einem entsprechend belichteten Film sichtbar sein kann.

Bei einer Wasserdichte von 1, ist die Dichte des Gewebes ca. 1,5. Gewöhnliches Glas hat die Dichte von 2,4 bis 2,8 (ROBERTS).

Genaue Angaben über die Dichte von Glas habe ich von einer persönlichen Mitteilung Dr. CAIMANN, der Firma DETAG-DELOG Weiden.

Fensterglas	2,50
Flaschenglas	2,55
Pressglas	2,46
Glühlampenglas	2,46 .

Schwierigkeiten Glas im Röntgenbild zu erkennen treten erst dann auf, wenn knöcherne Strukturen darüber oder darunter liegen. Bei Extremitäten wird ohne Mühe durch Änderung, Schräglage und besondere Einstellung des Zentralstrahles das Glasstück von den verdeckenden Knochenstrukturen frei. Die Möglichkeit, Glas auf dem Röntgenbild darzustellen, ist bis zu einem gewissen Mass von der relativen Grösse des Stückes zu der untersuchten Umgebung abhängig, aber die Dichte jedes Stückes wäre ausreichend, um es vom umgebenden Weichgewebe zu differenzieren.

Diese Möglichkeiten sind aber oft im Bereich des Gesichtsschädels nicht vorhanden, da sich eben hier bei den verschiedenen Aufnahmetechniken mannigfache Knochenstrukturen überlagern.

XII. Eigene Untersuchungen

Um Kerngrößen für Glas zu erreichen, wurden Phantom-Untersuchungen vorgenommen. Dazu standen im Agfa-Gevaert Technikum München der Sechspuls-Röntgendiagnostikgenerator "TRIDOROS 5 S" von Siemens sowie Agfa Crurix Filme zur Verfügung.

1. Darstellung von Glas im Röntgenbild
2. Untersuchung in gewebsäquivalenten Medien
 - a. Moulagen-Masse
 - b. Am Phantommodell
3. Darstellung von Glas am Schädel in vivo
4. Darstellung von Glassplintern mit Hilfe des Subtraktionsverfahren am Phantomkopf.

1. Darstellung von Glas im Röntgenbild

Hierbei beträgt der Film-Focus-Abstand 100 cm. Es werden verschieden dicke Stücke von Einscheibensicherheitsglas und Mehrscheibensicherheitsglas in der Grösse von 2 x 3 cm auf die Platte des Röntgentisches aufgelegt.

Abb. 17 zeigt als Übersicht die Röntgenstrahlendurchlässig-

keit bei verschieden dickem Glas.



Abb. 17

Abb. 18. Glasblöcke 2 x 3 cm im Original.

Nr. 1 Mehrscheibensicherheitsglas 6,2 mm dick

Nr. 2 Mehrscheibensicherheitsglas 5,1 mm dick

Nr. 3 Einscheibensicherheitsglas 6,8 mm dick

Nr. 4 Einscheibensicherheitsglas 3,7 mm dick

Nr. 5 Einscheibensicherheitsglas 3,0 mm dick

Dieses Röntgenbild hat die Belichtungswerte 46 KV, 16 mAs (Milliampere-Sekunden), 0,04 Sekunden.

Bei Abb. 19 befinden sich die Objekte 50 mm vom Tisch entfernt. Belichtungswerte 46 KV, 16 mAs, 0,04 Sekunden. Hierbei vergrößert sich die Kantenlänge der Probe von 2 x 3 cm auf 2,4 x 3,6 cm.

Dies ergibt eine Vergrößerung von 1,2 oder von 20 Prozent; d. h. dass die Grösse der im Röntgenbild erscheinenden Glas-

splitter aufgrund ihrer Entfernung vom Film nicht identisch ist mit der natürlichen Grösse.

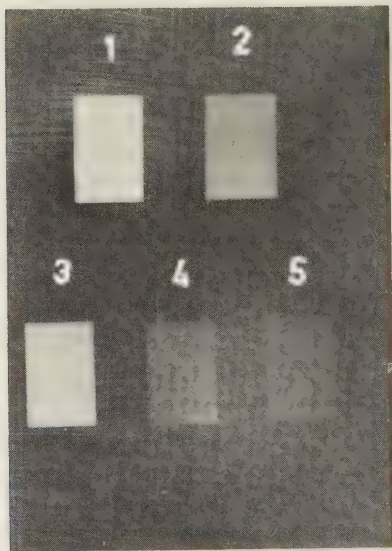


Abb. 18

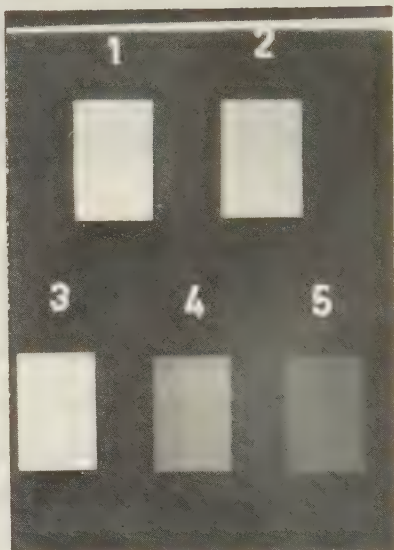


Abb. 19

An dieser Stelle sei schon bemerkt, dass die Vergrößerung von Glassplittern nicht relevant zu deren Auffindung ist, da ja nur die Kenntnis deren Lage erwünscht ist.

Aus diesen Beispielen ist eindeutig ersichtlich, dass Glas deutlich röntgenpositiv ist. Schwärzungsunterschiede beruhen auf der Dicke des Glases.

2. Untersuchung in gewebsäquivalenten Medien

a. Moulagen-Masse

Als gewebsäquivalentes Material wurde Moulagenmasse, wie sie zur optimalen Dosisverteilung bei Megavoltbestrahlungen im Kopf- und Halsbereich im Riederinstitut der Universität München (BUNDE) zur Anwendung kommt, in die Röntgenuntersuchung mit einbezogen.

Das Moulagenmaterial besteht aus einer Mischung von hochschmelzendem Paraffin (62 Grad Celsius), Bienenwachs und Talkum im Verhältnis 4 : 2 : 1. Die Masse wird vorsichtig verflüssigt und gut verrührt. Zur Untersuchung wurde sie in Platten mit den Ausmassen 10 x 20 und 1 cm Dicke gegossen.

Abb. 20 zeigt die Röntgengängigkeit des Moulagenmaterials als gewebsäquivalentes Medium bei 70 KV, 100 mAs, 0,2 Sekunden.

Mit der gleichen Belichtungszeit wurden Aufnahmen mit kubischen Glassplittern von 5 mm bis 0,5 mm Kantenlänge erstellt.

Abb. 21 zeigt noch deutlich erkennbar den Glaskubus von

0,5 mm Kantenlänge.

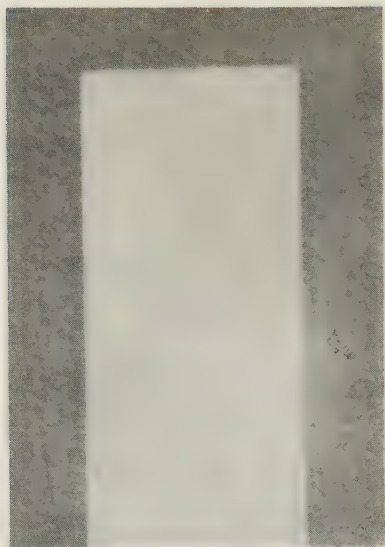


Abb. 20



Abb. 21

b. Am Phantommodell

Hierzu diente ein Oberschenkel als Phantommodell, dessen Weichteile aus Wachs dargestellt und modelliert sind, von einer starken geformten Celluloidumhüllung umgeben.

Auf der zur Röntgenröhre zugewandten Seite wurde die gleiche Anordnung von Glasfragmenten aufgeklebt wie in Versuch 2. a. (Abb. 22).

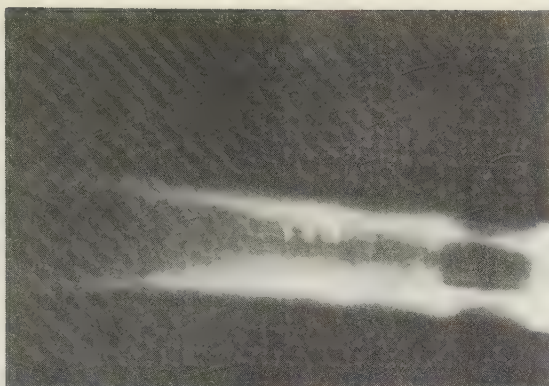


Abb. 22

Hier lässt sich der 0,5 mm grosse Splitter nicht mehr erkennen, der Splitter mit der Kantenlänge von 1,0 mm ist dagegen noch deutlich dargestellt. Das bedeutet, dass sich der Splitter mit 0,5 mm Kantenlänge im röntgenpositiven Material des Knochens aufgelöst hat.

3. Darstellung von Glas am Schädel in vivo

a. Es wurden Glasstücke gleicher Stärke der Grösse 2 x 3 cm auf die Haut geklebt:

parallel zur Filmebene am Kinn, über dem *Cs zygomaticum* und über den Augenbrauen am *Os frontale* je rechts und links, senkrecht zur Filmebene und parallel zur Medianebene. Die grossen Ausmasse der Glasstücke kommen im Röntgenbild deutlich zur Darstellung (Abb. 23, 24).



Abb. 23

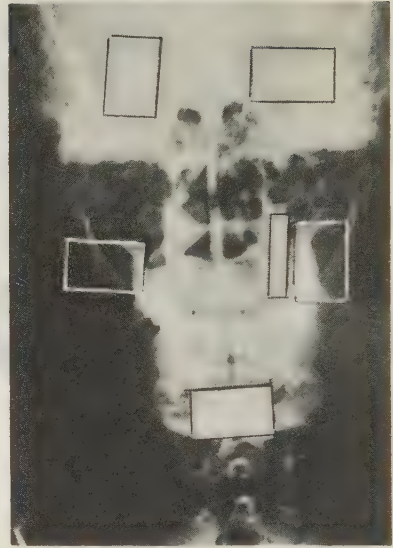


Abb. 24

b. Es wurde auf die linke Wange ein Glaskubus von 1 mm Kantenlänge aufgeklebt

Er kommt gut zur Darstellung (Abb. 25), da im Zentralstrahl wenig sich überlagernder Knochen vorhanden ist. Abb. 26 zeigt das Kontrollbild ohne Glas.

Weiterhin wurde in diesem Fall posterior-anteriore Aufnahmen angefertigt mit "harten" (Abb. 27) und "weichen" (Abb. 28) Strahlen. Hierbei ist durch die Überlagerung der dichten Knochenstrukturen des Mittelgesichtes nichts von dem Probekörper ersichtlich.

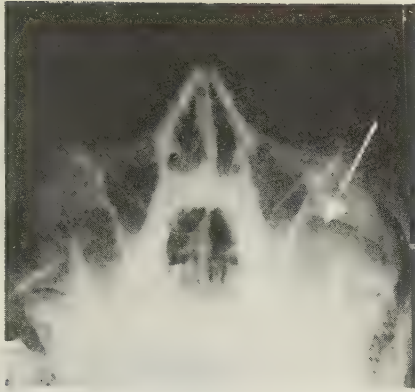


Abb. 25

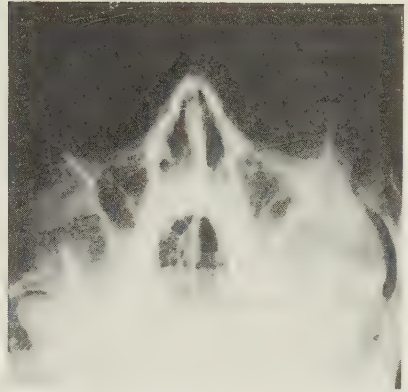


Abb. 26

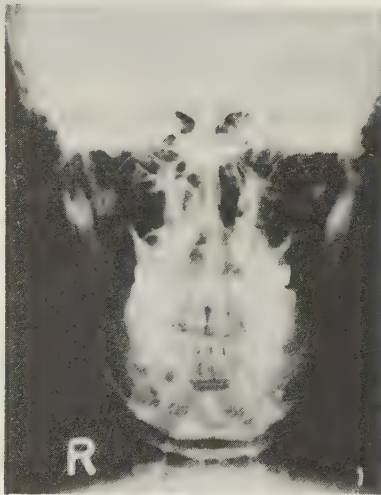


Abb. 27

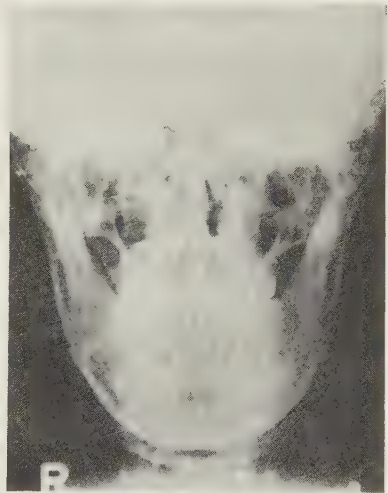


Abb. 28

4. Darstellung von Glassplittern mit Hilfe des Subtraktionsverfahrens am Phantomkopf

a. Beim Subtraktionsverfahren wird ein Röntgenbild entweder nach Abänderung in der Zeit, nach Abänderung der Lage, oder nach Abänderung des Bildes durch Änderung der Aufnahmetechnik differenziert.

Prinzip des Subtraktionsverfahrens an Hand eines einfachen Beispiels (nach ZIEDESES DES PLANTES).

Abb. 29 stellt ein Röntgenbild verschiedener Metallziffern dar. Abb. 30 zeigt ein zweites Röntgenbild dieser Metallziffern nach hinzufügen der Ziffer 2. Es wird ein positiver Film des ersten Röntgenbildes erstellt (Abb. 31). In Abb. 32 wird Röntgenbild 2 mit positivem Film 3 überdeckt, so dass vom Röntgenfilm 2 alle Ziffern abgedeckt werden bis auf die Ziffer 2. Von diesen beiden übereinandergelegten Filmen wird wieder als Endprodukt ein Röntgenpositiv durch einfache Belichtung eines Röntgenfilmes mittels Lampe in der Dunkelkammer als Endprodukt hergestellt. (Abb. 33).

Es wird hier der Fremdkörper, die Ziffer 2, nach Auslöschung der in beiden Bildern normalen Konturen sichtbar. Dieses Verfahren wird in der Schädelangiographie angewendet.



Abb. 29



Abb. 30

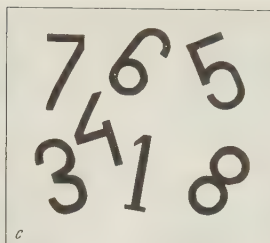


Abb. 31



Abb. 32

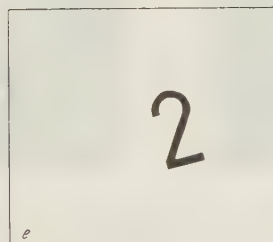


Abb. 33

b. Im Versuch wurde ein in Wachs eingebetteter Schädel geröntgt (Abb. 34), sodann wurden 4 kubische Glasstücke von 5 bis 1 mm Seitenlänge im Bereich des linken Jochbeines aufgeklebt (Abb. 35). Die Lage des Phantomschädels wurde dabei nicht verändert. Von der ersten Aufnahme wurde ein Röntgenpositiv angefertigt und mit der zweiten Aufnahme zugleich auf einen Röntgenfilm kopiert (Abb. 36). Die gleichgebliebenen Konturen heben sich gegenseitig auf, wogegen sich die hinzugekommenen Teile sehr deutlich abzeichnen.

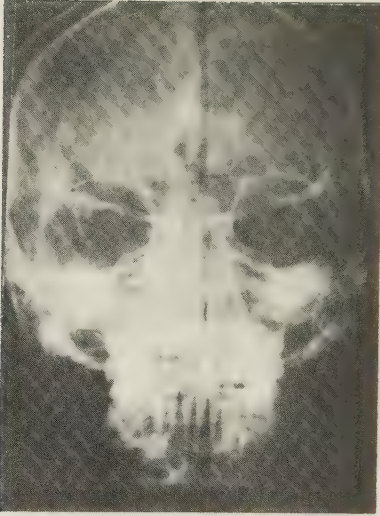


Abb. 34

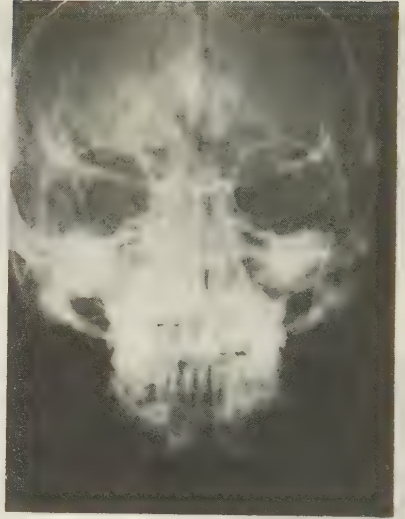


Abb. 35

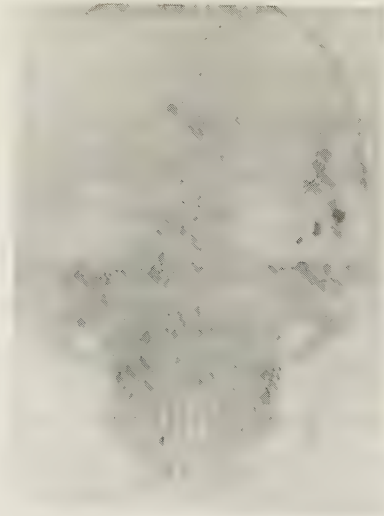


Abb. 36

c. Dieses sichere Verfahren kann im praktischen Fall optimale Ergebnisse erbringen, wenn

1. eine Schädelaufnahme vor Eindringen von Glasstücken vorhanden ist, und
2. die Möglichkeit der Herstellung einer identischen Röntgenaufnahme nach dem Eindringen von Glasstücken gegeben ist. Hierzu wird ein Hilfsgerät zur Fixierung des Kopfes bei der Röntgenaufnahme nötig.

DIXON hat erstmalig ein derartiges Gerät beschrieben, wobei anzunehmen ist, dass die Idee aus der Zahnheilkunde kam. Es handelt sich dabei um eine Art Bissgabel, wie sie zur gelenkbezogenen Übertragung von Kiefermodellen in dem individuellen Artikulator Verwendung findet, die mit der thermoplastischen Kompositionsabdruckmasse "Stents" oder dergleichen ummantelt wird. Die ummantelte Bissgabel wird erwärmt und der Patient beisst ein, sodass ein Abdruck der Zähne entsteht. Über verstellbare Gestänge wird die Bissgabel mit dem Röntgentisch oder der Röntgenwand verbunden, sodass der Patient immer wieder in diese fixe Lage zurückgeführt werden kann. Durch schriftliche Fixierung der Massenteilung der Gestänge sowie der Daten des Röntgengerätes

Stellung und Belichtungszeiten lassen sich gleiche Röntgenbilder erzeugen.

Als weitere Möglichkeit der Fixierung des Patientenkopfes um analoge Bilder zu erzielen, bietet sich die Einstellvorrichtung an, wie sie bei Fernröntgengeräten in der Kieferorthopädie Verwendung findet. Der Kopf wird durch zwei Stifte, die in den äusseren Gehörgang eingeführt werden, und einen Bügel, der aussen den Augen und der Nase anliegt, fixiert.

Eine dritte exakte Möglichkeit besteht in der Konstruktion eines Gerätes ähnlich dem Fernröntgen, bei dem als Fixierungspunkte auf der Haut markierte Scharnierachsenpunkte der Kiefergelenke und der Einbiss in eine Bissgabel zur Fixierung des Schädels herangezogen werden.

d. Leider lässt sich die Methode der Subtraktion, die die besten Ergebnisse zur Darstellung von Fremdkörpern bringen würde, nicht realisieren.

Welcher Unfallverletzter hat schon eine Schädelaufnahme mit wiederholbaren Daten für Einstellung und Lagerung des Kopfes, die noch dazu vor dem Unfallereignis angefertigt wurde.

Die einzige Ausnahme wird die Kontrollaufnahme im Fernröntgenbild nach Abschluss einer kieferorthopädischen Behandlung sein, die zur Subtraktion herangezogen werden kann.

XIII. Eine weitere Darstellungsmethode von Glassplittern mit Hilfe von Ultraschall

Ultrasonographie ist eine Technik, mit welcher die Anatomie sichtbar gemacht wird durch Ultraschall. Ultraschallimpulse werden in das Körpergewebe geschickt und die Echos, zurückgeschickt von den verschiedenen Oberflächen und Strukturen, ergänzen sich zu einer bedeutungsvollen Form.

UOTILLA und TÄHTI untersuchen mit Hilfe von Ultraschall die Lokalisation von Glassplittern, die in das Gewebe unter der Haut eingedrungen sind, an der Haut eines Fusses von einem frisch geschlachteten Schwein, in dem sie durch kleine Incisionsstellen Glassplitter einbrachten und die tatsächlichen Eindringstufen mit einer Sonde nachgemessen haben.

Zur Messung wurde ein Ultraschallechograph Modell VT 500 A (PICKER) in Verbindung mit einem Ultraschall-Laminographen mit drei simultan arbeitenden Computern verwendet. Wenn die Impulse, die durch die Haut gehen, auf das Glasfragment treffen, werden einige Impulse reflektiert, während der Rest der Impulse sich fortsetzt, bis er auf den Knochen auftrifft, die nächste Oberfläche von unterschiedlicher

Schalldurchgängigkeit. Die reflektierten Impulse, wieder von Umsetzern aufgenommen, werden in elektrische Energie umgewandelt und bilden eine Serie von Echos auf dem Oszillographen, die mit einer Polaroidkamera unmittelbar fotografiert werden.

UOTILLA und TÄTHI behaupten diese Methode sei sehr einfach durchzuführen, besonders zur Lokalisation von Glasfragmenten, die im Gesichtsbereich inkorporiert sind. Eine wiederholte Anwendung des Gerätes, besonders in Verbindung mit Operationen habe keinerlei Schwierigkeiten gezeigt.

XIV. Ergebnisse der Untersuchungen

1. Glas, das bei Windschutzscheiben verwendet wird, ist röntgenpositiv aufgrund seiner Dichte um 2,5. Je dicker das Glas ist, desto stärker ist die Radioopazität.
2. Im gewebsäquivalenten Medium können im Röntgenbild Glasstücke mit der Kantenlänge von 0,5 mm noch deutlich zur Darstellung kommen. Bei der Überlagerung mit einem Röhrenknochen kommt dieses Glasstück nicht mehr zur Darstellung.
3. Grosse Glasstücke lassen sich immer darstellen. Glasstücke von 1 mm Kantenlänge werden nur dann gut sichtbar, wenn wenig sich überlagernder Knochen übereinander projiziert wird, d. h. wenn der Fremdkörper in den Bereich der Augen-, Kiefer- oder Nasenhöhlen projiziert werden kann.
4. Das Subtraktionsverfahren, dessen Hauptanwendungsgebiet in der Schädelangiographie liegt, wurde theoretisch zur Erkennung von inkorporiertem Glas herangezogen. Hierbei zeichnen sich die Fremdkörper optimal ab.

In der Praxis müsste wohl der seltene Glücksfall eintreten, dass vor einem Unfallereignis Angaben für eine identisch reproduzierbare Lage des Schädels für eine Röntgenaufnahme vorhanden sind.

XV. Zusammenfassung

Die zunehmende Motorisierung bringt auch einen zunehmenden Anstieg an Verkehrsunfällen mit sich. Dabei ist nicht nur die Zunahme der Zahl, sondern auch die Schwere der Schädeltraumen zu verzeichnen. Es handelt sich hierbei meistens um Mehrfachverletzungen, aber der Schädel ist immer mit durchschnittlich 75 % beteiligt. Allein als Ursache für eine einfache, unkomplizierte *Commotio cerebri* steht die Windschutzscheibe mit 27 % an der Spitze, für schwere Verletzungen steht sie an vierter Stelle, für schwerste bis tödliche an fünfter Stelle.

Es ergab sich das Problem der Erkennung von Splittern der bei Unfällen zerbrochenen Windschutzscheibe, die in das Weichgewebe eingedrungen waren, da Patienten nach Abheilung der Schnittwunden, die ausserhalb der Klinik versorgt worden waren, Beschwerden verspürten.

Schon in den zwanziger Jahren versuchte man die einfache Windschutzscheibe, die aus normalem Fensterglas bestand, durch Verbindung von zwei Scheiben mit einer elastischen Kunststoffschicht ungefährlicher zu machen. Dies gelang auch um das Jahr 1930 durch Erhöhung der Stabilität und

keinerlei farblicher Beeinflussung der Zwischenschicht durch Lichteinwirkung.

In Europa entwickelte sich die Windschutzscheibe in zwei Richtungen:

1. Das Verbundsicherheitsglas, welches teuer in der Herstellung ist.
2. Das Einscheibensicherheitsglas, dessen Produktion billiger kommt und bei den meisten Automobilen eingebaut wird.

Durch Studium der Verletzungen mit Hilfe von Crash-Versuchen der Automobilindustrie und Laborversuchen mit Puppen und Leichen gibt Aufschluss über die Verletzungen in Relation zur Geschwindigkeit.

Hauptsächlich die Ophthalmologen waren schon immer gezwungen sich mit Glassplittereinsprengungen röntgenologisch zu befassen, da durchschnittlich 90 % der Augenverletzungen durch Glassplitter verursacht werden. Röntgenologische Darstellung von Glassplittern im Gesichtsschädel wurde bisher noch nicht in einem röntgenologischen Handbuch oder Lehrbuch

beschrieben. Windschutzscheiben verursachen typische Verletzungen an der Stirn, Augenbrauen, Lider und Nase.

Mit entsprechender Röntgenaufnahmetechnik wird versucht Fremdkörper im Gesichtsschädel darzustellen:

1. posterior-anteriore Projektion
2. occipito-mentale Projektion
3. tangential Projektion
4. Orthopantomogram
5. Zahnfilm
6. Schichtaufnahmen

An vier Fällen wird die Verschiedenartigkeit der Glassplittereinsprengung und die Schwierigkeit der röntgenologischen Darstellung gezeigt.

Eigene Untersuchungen zeigen, dass Glas grundsätzlich radioopak ist und Schwärzungsunterschiede auf der Dicke des Glases beruhen. In gewebsäquivalenten Medien zeichnen sich auch kleinste Glassplitter deutlich ab. Werden sie aber schon durch einfache Knochenstrukturen überlagert, so ist eine Darstellung von kleinen Splittern nicht mehr gegeben. Dieses Ergebnis zeigt sich auch bei Versuchen in vivo mit auf den Gesichtsschädel aufgeklebten Glasprobekörpern.

Beim Subtraktionsverfahren - Hauptanwendungsgebiet in der Schädelangiographie - bestünde die Möglichkeit der optimalen Darstellung von Fremdkörpern, wenn Röntgenaufnahmen vor dem Unfallereignis vorhanden wären und diese in gleicher Stellung und Lage danach wiederholt werden könnten.

Abschliessend wird noch ein Verfahren zur Aufdeckung von Glassplittern mit Hilfe von Ultraschall geschildert.

XVI. Literaturverzeichnis

1. BARKE R. u. a. Weg und Ziel der Röntgendiagnostik
VEB Leipzig 1958

2. Bayerisches statis- Die Strassenverkehrsunfälle in
tisches Landesamt Bayern

3. BECKER W. H. Über die zunehmenden operativen
Anforderungen bei der Behandlung
frischer Unfallverletzter.
Langenbecks Arch. klin. Ch.
279, 169 (1954)

4. BUNDE E. Methodik und Ergebnisse der Behand-
lung des Larynxkarzinoms mit 18-Me-
V-Brennstrahlung.
Sonderband Strahlentherapie
68, 113 (1969)

5. CAFFEY J. Pediadric X-Ray Diagnosis.
Chicago Year Book M. Pub'rs 5th
ed 1967

6. CAIMANN F. Leiter des physikalischen Labors
der Firma DETAG-DELOG Weiden,
persönliche Mitteilung
7. DICKMANN D. Sicherheitsglas im modernen Auto-
mobilbau.
Automobil-Revue 25, 17 (1965)
8. DIETHELM L. und Handbuch der medizinischen Radio-
STRAND F. logie
Springer, Berlin - Göttingen -
Heidelberg 1963
9. DIXON G. S. Referiert in HARTMANN E.: La radio-
graphie en ophtalmiologie, atlas
clinique,
Masson et Cie, Paris 1936
10. FELMANN A. H. und The Radiographic Detection of Glass
FISHER M. S. in Soft Tissue.
Radiolog. 92, 1529 (1969)
11. FISCHER H. Verletzungen bei Strassenverkehrs-
unfällen.
Ärztl. Prax. 21, 3421 (1969)

12. GAJDAJ W. M. Schwierigkeiten der Diagnostik penetrierender Augenverletzungen infolge von Glassplittern. Wojenno-Medizinsky Schurnal 12, 69 (1970)
13. GÖGLER E. Klinik, Mechanik und Biomechanik des Unfalls. In Handbuch der Verkehrsmedizin (45)
14. GÖGLER E. Documenta Geigy 1962. Unfallopfer im Strassenverkehr, Series chirurgica Nr. 5. I. R. Geigy SA. Basel
15. GÖTZ J. Untersuchungen über Unfallhäufigkeit und Unfallursachen unter besonderer Berücksichtigung der Chirurgischen Universitätsklinik München 1966. med. Diss. München 1969
16. GOLDHAHN W. E. und BUTTENBERG R. Zur röntgenologischen Darstellung inkorporierter Glassplitter bei Handverletzungen.

Das Deutsche Gesundheitswesen
20, 517 (1965)

17. GRASSER H. und SPITZER N. Röntgengeräte und -aufnahmetechniken in der Zahnmedizin. Zahnärztl. Praxis 4, 75 (1976)
18. HABERL CH. Zur Problematik der Verkehrsunfälle aus chirurgischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung der Schädel-Hirn-Traumen. med. Diss. München 1970
19. HOLLMANN K. Traumatische Veränderungen der Kiefer und Zähne. In Handbuch der medizinischen Radiologie (8), Bd. VII/2
20. HUELKE D. F. u. a. Facial Injuries due to Windshield Impacts in Automobile Accidents. Plast. Rec. Surg. 37, 324 (1966)
21. HUELKE D. F. u. a. The new Automobile Windshield and its Effectiveness in Reducing fa-

- cial Laceration.
Plast. Rec. Surg. 41, 554 (1968)
22. JENNET W. B. und The Radio-Opacity of Glass Foreign
WATSON J. A. Bodies.
Brit. J. Surg. 46, 244 (1958)
23. JUNGHANNS K. Augenverletzungen durch Windschutz-
scheiben.
Med. Mschr. 7, 326 (1967)
24. LEWIS R. W. Roentgenographic Study of Glass
and Its Visibility as Foreign Body.
Amer. J. Roentgenol. 27, 855 (1933)
25. MERKL H. Zur Ätiologie von Verletzungen bei
Strassenverkehrs- und Betriebsun-
fällen unter besonderer Berücksich-
tigung der Wegunfälle.
med. Diss. München 1970
26. MOORE J. O. u. a. The Injury Producing Automobile
Accident: a Primer of Facts.
Zbl. f. Verk.-med. 4, 30 (1958)

27. MÜLLER-JENSEN K. Augenverletzungen bei Verkehrsunfällen.
Münch. med. Wschr. 111, 250 (1969)
28. MÜLLER-JENSEN K. und ALIMARAS W. Augenverletzungen durch Sicherheitsglas (Windschutzscheibe).
Hefte zur Unfallheilkunde
99,259 (1969)
29. PATRICK L. M. Cadaver Windshield Impact Research.
Plast. Surg. 4, 314 (1966)
30. PSENNER L. Die Röntgendiagnostik der Nase,
der Nasennebenhöhlen und des Epipharynx.
In Handbuch der medizinischen Radiologie (8) Bd. VII/2.
31. REICHENBACH E. zitiert bei PSENNER L. (30)
32. ROBERTS W. C. Radiographic Characteristics of Glass.
Arch. of Industrial Health
18, 470 (1958)

33. RODLOFF G. und
BREITENBÜRGER G. Bedingungen für eine weitgehend
sichere Windschutzscheibe.
Automobiltechnische Zeitschrift
(ATZ) 9, 323 (1968)
34. SCHERSCHEL K. H. Sicherheitsglas und Verletzungs-
gefahr.
Information 5, 44, 15 (1969)
35. SCHINZ H. R. Lehrbuch der Röntgendiagnostik
Georg Thieme, Stuttgart 1952
36. SCHMIDT U. Die Verkehrssicherheit der Kraft-
fahrzeuge
in Handbuch der Verkehrsmedizin (44)
37. SELLIER K. und
UNTERHARNSCHEIDT F. Mechanik und Pathomorphologie der
Hirnschäden nach stumpfer Gewalt-
einwirkung auf den Schädel
Springer, Berlin 1963
38. SLATTENSCHKE A. Kenngrößen zur Beschreibung der
inneren Sicherheit von Windschutz-
scheiben.

Hefte zur Unfallheilkunde

99, 255 (1969)

39. SLATTENSCHKE A. Verhalten von Kraftfahrzeug-Windschutzscheiben bei Schlagversuchen mit dem Phantomkopf.
ATZ A 7 (1968)
40. SPIRA M. u. a. Windshield Injuries of the Face.
The Journal of Trauma 4, 513 (1968)
41. Statistisches Bundesamt Wiesbaden Verkehr, Reihe 6, Strassenverkehrsunfälle 1966/67.
W. Kohlhammer, Stuttgart
42. TÖNNIS W. und FROWEIN R. A. Probleme der neuzeitlichen Behandlung schwerer Hirn-Schädel-Verletzungen.
Langenbecks Arch. klin. Ch. 316, 323 (1966)
43. VOTILA E. und TÄHTI E. Locating Fragments of Glass by Ultrasound.
Odont. T. 76, 231 (1968)

44. WAGNER K. und Handbuch der Verkehrsmedizin
WAGNER H.-J. Springer, Berlin - Heidelberg -
New York 1968
45. ZATZKIN H. R. Roentgen Diagnosis of Trauma
Chicago Year Book M. Pub'rs 1965
46. ZIEDSES DES PLANTES Subtraktion
B. G. Georg Thieme, Stuttgart 1961

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. H. Grasser
für die Zustimmung zum Thema und die Durchsicht der Arbeit
sowie für die Berichterstattung danken.

Lebenslauf

Am 23. November 1937 wurde ich, Dieter Grötsch, erster Sohn des Zahnarztes Josef Grötsch und dessen Ehefrau Franziska Grötsch geb. Müllner in Weiden/Opf. geboren. Mein Bruder ist sechs Jahre jünger.

Von 1943 bis 1947 besuchte ich die Volksschule, anschließend das humanistische Gymnasium in Weiden, an dem ich am 17. 7. 1956 das Reifezeugnis erhielt.

Im Wintersemester 1956/57 begann ich mit dem Studium der Zahnheilkunde in München und legte im April 1959 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Anschliessend folgte weiteres klinisches Studium in München mit Unterbrechungen, das ich am 12. Januar 1968 mit dem zahnärztlichen Staatsexamen beendete.

Sodann war ich als Assistent an der chirurgischen Abteilung der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität München tätig, bis ich ab 1. Mai 1970 zum Wehrdienst als Zahnarzt einberufen wurde.

Am 1. Mai 1971 übernahm ich die Zahnärztliche Praxis meines Vaters in Weiden.

